



IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re application of : MING-CHUNG LIANG et al.

Application No. : 09/974,582

Filed : October 09, 2001

For : PLASMA ETCHING GAS

Examiner :

Art Unit :

Certificate of Mailing

I hereby certify that this correspondence and all marked attachments are being deposited with the United States Postal Service as Express mail (EL857834998US) in an envelope addressed to: Assistant Commissioner for Patents, Washington, D.C. 20231, on

March 5, 2002

(Date)

Jiawei Huang, Reg. No. 43,330

ASSISTANT COMMISSIONER FOR PATENTS
WASHINGTON, D.C. 20231

Sir:

Transmitted herewith is a certified copy of Taiwan Application No. 90116538 filed on July 06, 2000.

A return prepaid postcard is also included herewith.

It is believed no fee is due. However, the Commissioner is authorized to charge any fees required, including any fees for additional extension of time, or credit overpayment to Deposit Account No. 50-0710 (Order No. JCLA7521). A duplicate copy of this sheet is enclosed.

Date:

3/6/2002

By:

Jiawei Huang
Registration No. 43,330

Please send future correspondence to:

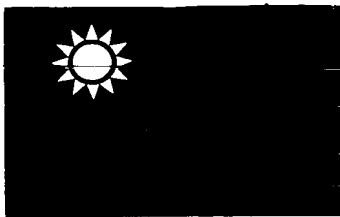
J. C. Patents

4 Venture, Suite 250

Irvine, California 92618

(949) 660-0761

30277351
01/07/04 582



中華民國經濟部智慧財產局

INTELLECTUAL PROPERTY OFFICE
MINISTRY OF ECONOMIC AFFAIRS
REPUBLIC OF CHINA

茲證明所附文件，係本局存檔中原申請案的副本，正確無訛，

其申請資料如下：

This is to certify that annexed is a true copy from the records of this office of the application as originally filed which is identified hereunder:

申請日：西元 2001 年 07 月 06 日

Application Date

申請案號：090116538

Application No.

申請人：旺宏電子股份有限公司

Applicant(s)

RECEIVED
MAR 15 2002
TC 1700

局長

Director General

陳明邦

發文日期：西元 2001 年 12 月 20 日

Issue Date

發文字號：09011019888

Serial No.

| | |
|------|---------|
| 申請日期 | |
| 案 號 | 9111538 |
| 類 別 | |

A4
C4

(以上各欄由本局填註)

發明專利說明書

| | | |
|-------------|---------------|----------------|
| 一、發明 名稱 | 中 文 | 電漿蝕刻氣體 |
| | 英 文 | |
| 二、發明 創作人 | 姓 名 | 梁明中 |
| | 國 籍 | 中華民國 |
| | 住、居所 | 屏東市扶風里重光巷 18 號 |
| 三、申請人 | 姓 名 (名稱) | 旺宏電子股份有限公司 |
| | 國 籍 | 中華民國 |
| | 住、居所 (事務所) | 新竹科學園區力行路十六號 |
| | 代 表 人 姓 名 | 胡定華 |

裝

訂

線

四、中文發明摘要(發明之名稱：電漿蝕刻氣體)

一種電漿蝕刻氣體，適用於在蝕刻氧化矽之蝕刻機台中蝕刻矽層，此氣體至少包括部分取代的氟烷氣體、全取代的氟烷氣體、氬氣與氮氣。其中部分取代氟烷氣體與全取代氟烷氣體之比例為 3/1 至 15/1 左右。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁各欄)

裝

訂

線

英文發明摘要(發明之名稱：)

五、發明說明（一）

本發明是有關於一種積體電路(Integrated Circuit, IC)的蝕刻製程，且特別是有關於一種電漿蝕刻氣體。

在積體電路蓬勃發展的今日，元件縮小化與積集化是必然之趨勢，也是各界積極發展的重要課題。其中，蝕刻製程從積體電路製造的最前段至後段扮演很重要之角色，往往與微影製程構成關鍵技術。蝕刻製程可分為兩種，一種是濕蝕刻技術，另一種則是乾蝕刻技術。由於乾蝕刻技術較溼式蝕刻具有低成本、高產率、以及可進行非等向性蝕刻之優點，而成爲目前積體電路製程中不可或缺之技術。

目前半導體元件皆建立在矽基底上，一般矽層之蝕刻都是在蝕刻氧化矽層之同時，於蝕刻氧化矽之電漿蝕刻機台中進行，所使用之電漿蝕刻氣體爲三氟甲烷(CHF_3)/四氟化碳(CF_4)/氬(Ar)之混合氣體。由於氟烷($\text{C}_x\text{H}_y\text{F}_z$)氣體很容易在矽層的表面堆積一層過厚的氟烷(CF_x)高分子層，而使得矽層被蝕刻的表面蝕刻均勻度很差。

因此，習知的一種改善矽層蝕刻均勻度之方法是於上述之電漿蝕刻氣體之組成中加入氧氣，使氧氣與上述電漿蝕刻氣體組成中之四氟化碳，反應生成一氧化碳或二氧化碳以消耗電漿中的碳原子，而減少沈積於矽層表面之氟烷高分子層，可以改善矽層之蝕刻均勻度。然而，於電漿蝕刻氣體中加入氧氣，同時也會使有機類之光阻罩膜過度消耗，而造成蝕刻關鍵尺寸(Etching Critical Dimension, ECD)之偏差(Bias)

請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁

裝

訂

線

五、發明說明(乙)

因此，本發明之目的為提供一種電漿蝕刻氣體，可以有效改善矽層之蝕刻均勻度，同時不會有因光阻過度損耗而造成蝕刻關鍵尺寸變寬。

根據本發明之目的而提供一種電漿蝕刻氣體，適用於在蝕刻氧化矽之蝕刻機台中蝕刻矽層，此氣體至少包括部分取代氟烷氣體、全取代氟烷氣體、氬氣與氮氣。

其中，部分取代氟烷氣體與全取代氟烷氣體之比例為3/1至15/1左右。氮氣之流量為1sccm至50sccm，氬氣之流量在50sccm至150sccm之間。電漿蝕刻機台之操作條件為壓力在110mtorr至200mtorr之間、功率為500watts至700watts。

本發明又提供一種電漿蝕刻氣體，適用於在一蝕刻氧化物之蝕刻機台中蝕刻矽基底，此氣體至少包括氟烷氣體與氮氣。

氟烷氣體包括四氟化碳(CF_4)、六氟化二碳(C_2F_6)、八氟化三碳(C_3F_8)、八氟化四碳(C_4F_8)、氟化甲烷(CH_3F)、三氟甲烷(CHF_3)或二氟甲烷(CH_2F_2)等。且此氣體更可包括氬氣。

本發明於蝕刻氧化層與矽基底之電漿蝕刻氣體中加入氮氣，藉由氮氣使沈積於矽基底表面之氟烷族高分子結構變鬆散、厚度變薄，使蝕刻所使用之電漿，能有效穿過高分子而蝕刻矽層，以使矽層之蝕刻均勻度增加，同時又不會使光阻罩幕過度損耗而影響蝕刻關鍵尺寸。

為讀本發明之上述和其他目的、特徵、和優點能更明

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

五、發明說明 (3)

顯易懂，下文特舉一較佳實施例，並配合所附圖式，作詳細說明如下：

圖式之簡單說明：

第 1A 圖至第 1C 圖為揭示本發明實施例之製造流程示意圖。

圖式標號之簡單說明：

100：基底

102：墊氧化層

104：罩幕層

106：光阻層

108、110：開口

112：場氧化層

實施例

本發明提供一種用於蝕刻矽層之電漿蝕刻氣體，係在習知用於蝕刻氧化矽之電漿蝕刻氣體中加入氮氣。藉由氮氣使沈積於矽層表面之高分子結構變鬆散、厚度變薄，使蝕刻所使用之電漿，能有效穿過高分子而蝕刻矽層，以使矽層之蝕刻均勻度增加，同時又不會使光阻罩幕過度損耗而影響蝕刻關鍵尺寸。其中，加入氮氣之流量為 1sccm 至 50sccm。

在蝕刻氧化矽之蝕刻機台中，蝕刻氧化矽層與矽層所使用之蝕刻氣體包括氟烷氣體、氟氣。氟烷氣體包括全取代氟烷氣體(C_nF_n)與部分取代氟烷氣體(C_nH_mF_{n-m})。全取代氟烷氣體(C_nF_n)，例如是四氟化碳(CF₄)、六氟化二碳(C₂F₆)、

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

五、發明說明(4)

八氟化三碳(C_3F_8)或八氟化四碳(C_4F_8)等。部分取代氟烷氣體($C_xH_yF_z$)例如是氟化甲烷(CH_3F)、三氟甲烷(CHF_3)或二氟甲烷(CH_2F_2)等。而且，可單獨使用全取代氟烷氣體(C_xF_y)與部分取代氟烷氣體($C_xH_yF_z$)作為蝕刻反應氣體或使用同時使用兩種以上之全取代氟烷氣體(C_xF_y)與部分取代氟烷氣體($C_xH_yF_z$)作為電漿蝕刻氣體。

對同時包含全取代氟烷氣體(C_xF_y)與部分取代氟烷氣體($C_xH_yF_z$)之電漿蝕刻氣體而言， $C_xH_yF_z/C_xF_y$ 之比例為 3/1 至 15/1 左右。

在此以製造場氧化層之製程說明本發明之實施例，並依照第 1A 圖至第 1C 圖作說明。

首先提供一基底 100，此基底 100 例如是矽基底。此基底 100 上已形成一層墊氧化層 102 以及一層單幕層 104。墊氧化層 102 之材質，可為氧化矽，形成墊氧化層 102 之方法可用熱氧化法(Thermal Oxidation)。單幕層 104 之材質，可為氮化矽，形成單幕層 104 之方法，可用化學氣相沈積法。然後，於單幕層 104 上形成一圖案化光阻層 106，此圖案化光阻層 106 具有開口 108 暴露部分單幕層 104。

接著請參照第 1B 圖，在一蝕刻氧化矽之蝕刻機台中，可用磁場加強式反應性離子蝕刻(Magnetically Enhanced Reactive Ion Etching, MERIE)機台，進行蝕刻製程，移除開口 108 所暴露之部分單幕層 104。之後，移除開口 108 所暴露之墊氧化層 102 以及部分矽基底 100，以形成開口 110。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

五、發明說明(5)

其中，蝕刻機台也可以是去耦電漿源(Decoupled Plasma Source, DPS)機台、反應性離子蝕刻(Reactive Ion Etching, RIE)機台、或下降蒸汽蝕刻(Down Stream Etching)機台等。

在此蝕刻製程中，使用之電漿蝕刻氣體包括全取代氟烷氣體、部分取代氟烷氣體、氟氣與氮氣($C_xH_yF_z/C_xF_y/Ar/N_2$)。在本實施例中， C_xF_y 例如是 CF_4 ， $C_xH_yF_z$ 例如是 CH_3F 。 $C_xH_yF_z/C_xF_y$ 之比例為 3/1 至 15/1 左右。氟氣在 50sccm 至 150sccm 左右、氮氣為 1sccm 至 50sccm 左右。蝕刻反應室之操作條件為壓力在 110mtorr 至 200mtorr 左右、功率為 500watts 至 700watts 左右。

當然， CF_4 氣體也可以六氟化二碳(C_2F_6)、八氟化三碳(C_3F_8)或八氟化四碳(C_4F_8)等氣體取代。 CH_3F 氣體也可以三氟甲烷(CHF_3)或二氟甲烷(CH_2F_2)等氣體取代。而且，可單獨使用全取代氟烷氣體(C_xF_y)與部分取代氟烷氣體($C_xH_yF_z$)作為蝕刻反應氣體或使用同時使用兩種以上之氟化碳氣體(C_xF_y)與氟化氫碳氣體($C_xH_yF_z$)作為電漿蝕刻氣體。

本發明在進行蝕刻基底 100 時，在電漿蝕刻氣體中加入之氮氣使沈積於矽基底表面之高分子結構變鬆散、厚度變薄，使蝕刻所使用之電漿能有效穿過高分子而蝕刻高分子而蝕刻矽基底，因此本發明可以提升矽基底之蝕刻均勻度，同時又不會使光阻層過度損耗而影響蝕刻關鍵尺寸。

接著請參照第 1C 圖，移除光阻層 106 後，再於開口 110 所暴露之基底 100 上形成一場氧化層 112，形成場氧化層 112 之方法例如是熱氧化法。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝
訂
線

五、發明說明(6)

接著請參照表一，揭示於電漿蝕刻氣體中加入氮氣時，氮氣對於氧化矽與矽層之蝕刻率(Etching Rate, ER)以及均勻度 U% 之影響。其中，當加入氮氣之流量為 0sccm 時，亦即在電漿蝕刻氣體中不加入氮氣，矽層之 ER 值為 71，U% 值為 24.31。當加入氮氣之流量為 10sccm 時，矽層之 ER 值為 224，U% 值為 14.5。當加入氮氣之流量為 30sccm 時，矽層之 ER 值為 403，U% 值為 10.5。當加入氮氣之流量為 50sccm 時，矽層之 ER 值為 520，U% 值為 7.7。因此隨著氮氣流量之增加，矽層之蝕刻率(Etching Rate, ER)會增加，而矽層之 U% 值會減少。其中 U% 之值越低表示蝕刻均勻度(Uniformity)越好。

此外，如表一所示，加入氮氣於蝕刻氣體中，氮氣對於氧化矽之蝕刻率(Etching Rate, ER)以及均勻度 U% 之影響不大。

表一

| 氮氣流量 | 0 sccm | | 10 sccm | | 30 sccm | | 50 sccm | |
|-------|--------|-------|---------|------|---------|------|---------|-----|
| | ER | U% | ER | U% | ER | U% | ER | U% |
| 氧化矽 | 2178 | 6.9 | 2526 | 5.7 | 2589 | 5.6 | 2551 | 4.8 |
| 矽 | 71 | 24.31 | 224 | 14.5 | 403 | 10.5 | 520 | 7.7 |
| 蝕刻選擇比 | 30 | | 11.3 | | 6.4 | | 4.9 | |

因此，本發明於蝕刻氧化層與矽層之電漿蝕刻氣體中加入氮氣，確實可以提升矽層之蝕刻均勻度，同時又不會使光阻層過度損耗而影響蝕刻關鍵尺寸。

此外，使用本發明所揭露之電漿蝕刻氣體，並不是只

五、發明說明(7)

限於蝕刻矽層，亦可使用於任何型態之矽層之蝕刻，例如多晶矽、非晶矽、摻雜多晶矽、摻雜非晶矽或摻雜矽層。而且，本發明所揭露之電漿蝕刻氣體並不是只限定於製造場氧化層，在需要任何蝕刻矽層之製程中，例如淺溝渠隔離製程、導線製程等亦涵蓋於本發明之保護範圍內。

雖然本發明已以較佳實施例揭露如上，然其並非用以限定本發明，任何熟習此技藝者，在不脫離本發明之精神和範圍內，當可作些許之更動與潤飾，因此本發明之保護範圍當視後附之申請專利範圍所界定者為準。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝 · 訂 · 線

六、申請專利範圍

1. 一種電漿蝕刻氣體，適用於一蝕刻氧化矽之蝕刻機台中蝕刻矽層，該氣體至少包括：

- 氟烷氣體；以及
- 氮氣。

2. 如申請專利範圍第 1 項所述之電漿蝕刻氣體，其中該氮氣之流量為 1sccm 至 50sccm。

3. 如申請專利範圍第 1 項所述之電漿蝕刻氣體，其中該氟烷氣體係選自 CF_4 、 C_2F_6 、 C_3F_8 、 C_4F_8 、 CH_3F 、 CHF_3 與 CH_2F_2 所組之族群之其中之一。

4. 如申請專利範圍第 1 項所述之電漿蝕刻氣體，其中該氣體更包括氬氣。

5. 如申請專利範圍第 4 項所述之電漿蝕刻氣體，其中氬氣之流量為 50sccm 至 150sccm。

6. 一種電漿蝕刻氣體，適用於一蝕刻氧化矽之蝕刻機台中蝕刻矽層，該氣體至少包括：

- 一部分取代氟烷氣體；
- 全取代氟烷氣體；以及
- 氮氣。

7. 如申請專利範圍第 6 項所述之電漿蝕刻氣體，其中氮氣之流量為 1sccm 至 50sccm。

8. 如申請專利範圍第 6 項所述之電漿蝕刻氣體，其中該全取代氟烷氣體係選自 CF_4 、 C_2F_6 、 C_3F_8 與 C_4F_8 所組之族群之其中之一。

9. 如申請專利範圍第 6 項所述之電漿蝕刻氣體，其中

六、申請專利範圍

該部分取代氟烷氣體係選自 CH_3F 、 CHF_3 與 CH_2F_2 所組之族群之其中之一。

10.如申請專利範圍第 6 項所述之電漿蝕刻氣體，其中該部分取代氟烷氣體包括三氟甲烷，該全取代氟烷氣體包括四氟甲烷。

11.如申請專利範圍第 10 項所述之電漿蝕刻氣體，其中三氟甲烷與四氟甲烷之比例為 3/1 至 15/1。

12.如申請專利範圍第 10 項所述之電漿蝕刻氣體，其中氮氣之流量為 1sccm 至 50sccm。

13.如申請專利範圍第 10 項所述之電漿蝕刻氣體，其中該氣體更包括氬氣。

14.如申請專利範圍第 13 項所述之電漿蝕刻氣體，其中氬氣之流量為 50sccm 至 150sccm。

15.如申請專利範圍第 6 項所述之電漿蝕刻氣體，其中該部分取代氟烷氣體與該全取代氟烷氣體之比例為 3/1 至 15/1。

16.如申請專利範圍第 6 項所述之電漿蝕刻氣體，其中該氣體更包括一氟氣。

17.如申請專利範圍第 16 項所述之電漿蝕刻氣體，其中氬氣之流量為 50sccm 至 150sccm。

18.一種製造半導體之蝕刻方法，該方法包括下列步驟：

提供一基底；

於該基底上設置一氧化層；

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

六、申請專利範圍

提供至少包括一氟烷氣體以及一氮氣之一蝕刻氣體；
以及

以該蝕刻氣體對該氧化層進行蝕刻。

19.如申請專利範圍第 18 項所述之製造半導體之蝕刻方法，其中該氮氣之流量為 1sccm 至 50sccm。

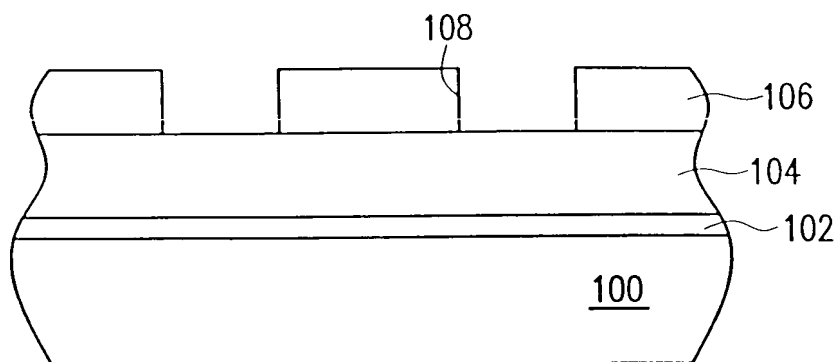
20.如申請專利範圍第 18 項所述之製造半導體之蝕刻方法，其中該氟烷氣體係選自 CF_4 、 C_2F_6 、 C_3F_8 、 C_4F_8 、 CH_3F 、 CHF_3 與 CH_2F_2 所組之族群之其中之一。

21.如申請專利範圍第 18 項所述之製造半導體之蝕刻方法，其中該蝕刻氣體更包括氬氣。

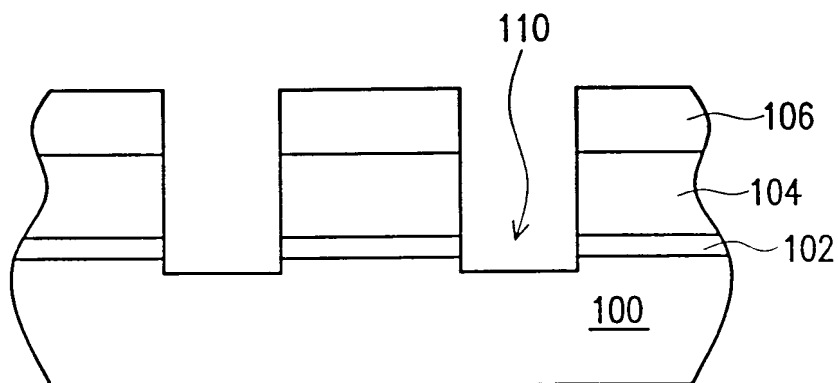
22.如申請專利範圍第 21 項所述之製造半導體之蝕刻方法，其中氬氣之流量為 50sccm 至 150sccm。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

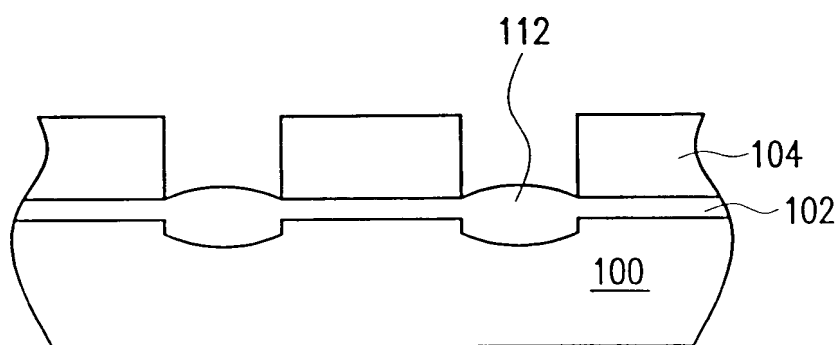
裝 · 訂 · 線



第 1A 圖



第 1B 圖



第 1C 圖